



Esta obra está bajo una [Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 2.5 Perú](http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.5/pe/).

Vea una copia de esta licencia en <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.5/pe/>

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN - TARAPOTO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**  
**DEPARTAMENTO ACADÉMICO AGROSILVO PASTORIL**  
**ESCUELA ACADÉMICO - PROFESIONAL DE AGRONOMÍA**



**ESTUDIO COMPARATIVO DE ADAPTABILIDAD DE CINCO  
HÍBRIDOS Y UNA VARIEDAD EN LA PRODUCCIÓN DEL  
CULTIVO DEL BRÓCOLI (*Brassica oleracea* L.) BAJO LAS  
CONDICIONES AGROECOLÓGICAS DEL DISTRITO DE  
LAMAS**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

**INGENIERO AGRÓNOMO**

**PRESENTADO POR LA BACHILLER:**

**SELENI VISLAO BENAVIDES**

**TARAPOTO – PERÚ**

**2013**

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN - TARAPOTO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**  
**DEPARTAMENTO ACADÉMICO AGROSILVO PASTORIL**  
**ESCUELA ACADÉMICO - PROFESIONAL DE AGRONOMÍA**

**TESIS**

**ESTUDIO COMPARATIVO DE ADAPTABILIDAD DE CINCO  
HÍBRIDOS Y UNA VARIEDAD EN LA PRODUCCIÓN DEL  
CULTIVO DEL BRÓCOLI (*Brassica oleracea* L.) BAJO LAS  
CONDICIONES AGROECOLÓGICAS DEL DISTRITO DE  
LAMAS**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

**INGENIERO AGRÓNOMO**

**PRESENTADO POR LA BACHILLER:**

**SELENI VISLAO BENAVIDES**

**COMITÉ DE TESIS**



---

**Ing. M.Sc. César Chappa Santa María**  
**Presidente**



---

**Ing. M.Sc. Gilberto Ríos Olivares**  
**Secretario**



---

**Ing. Jorge Luis Peláez Rivera**  
**Miembro**



---

**Ing. Dr. Jaime Walter Alvarado Ramirez**  
**Asesor**

## INDICE

Pág.

<b>I.</b>	<b>INTRODUCCIÓN</b>	<b>1</b>
<b>II.</b>	<b>OBJETIVOS</b>	<b>3</b>
<b>III.</b>	<b>REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA</b>	<b>4</b>
	3.1 Importancia del cultivo	4
	3.2 Origen	5
	3.3 Taxonomía	5
	3.4 Características botánicas	6
	3.5 Fenología del cultivo	9
	3.6 Cultivares de brócoli	10
	3.7 Requerimiento climático	12
	3.8 Requerimiento hídrico	14
	3.9 Aspectos agronómicos	16
	3.9.1 Siembra	16
	3.9.2 Fertilización	17
	3.9.3 Riego	18
	3.9.4 Control de maleza	19
	3.9.5 Control fitosanitario	20
	3.9.10 Problemas fisiológicos	21
	3.9.11 Cosecha	21
	3.9.12 Adaptación y adaptabilidad	22
	3.9.13 trabajos de investigación en el cultivo de brócoli	28
<b>IV.</b>	<b>MATERIALES Y MÉTODOS</b>	<b>34</b>
	4.1 Materiales	34
	4.1.1 Ubicación del campo experimental	34
	4.1.2 Antecedentes de campo	34
	4.1.3 Vías de acceso	35
	4.1.4 Características edafoclimáticas	35
	4.2 Metodología	36
	4.2.1 Diseño experimental	36
	4.2.2 Tratamientos estudiados	37
	4.2.3 Conducción del experimento	38
	4.2.4 Labores culturales	39
	4.2.5 variables evaluadas	40
<b>V.</b>	<b>RESULTADOS</b>	<b>42</b>
	5.1 Altura de planta (cm)	42
	5.2 Peso de la inflorescencia	43
	5.3 Diámetro de la inflorescencia	44
	5.4 Diámetro de la base del tallo	45
	5.5 Rendimiento kg.ha <sup>-1</sup>	46

5.6	Análisis económico	47
<b>VI.</b>	<b>DISCUSIONES</b>	<b>48</b>
6.1	Altura de planta (cm)	48
6.2	Peso de la inflorescencia	50
6.3	Diámetro de la inflorescencia	52
6.4	Diámetro de la base del cuello	53
6.5	Rendimiento en kg.ha-1	55
6.6	Análisis económico	58
<b>V.</b>	<b>CONCLUSIONES</b>	<b>59</b>
<b>VI.</b>	<b>RECOMENDACIONES</b>	<b>60</b>
<b>IX.</b>	<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	<b>62</b>
	<b>ANEXO</b>	



## ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1:	Altura de planta a los 43 DDT	29
Cuadro 2:	Híbridos estudiados	29
Cuadro 3:	Datos meteorológicos	31
Cuadro 4:	Características físicas y químicas del suelo	32
Cuadro 5:	Análisis de varianza para altura de planta	42
Cuadro 6:	Análisis de variancia para la inflorescencia (g)	43
Cuadro 7:	Análisis de varianza para el diámetro de la inflorescencia (cm).	44
Cuadro 8:	Análisis de varianza para el diámetro de la base del tallo (cm).	45
Cuadro 9:	Análisis de varianza para el rendimiento ( $\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ )	46
Cuadro 10:	Análisis económico	47

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1:	Prueba múltiple de Duncan para altura de planta	42
Gráfico 2:	Prueba múltiple de Duncan para el peso de la inflorescencia (g)	43
Gráfico 3:	Prueba múltiple de Duncan para el diámetro de la inflorescencia (cm)	44
Gráfico 4:	Prueba múltiple de Duncan para el diámetro de la base del tallo (cm)	45
Gráfico 5:	Prueba múltiple de Duncan para el rendimiento (kg.ha <sup>-1</sup> )	46

## INDICE DE TABLAS

Tabla 1:	Resultados obtenidos en la variable altura de planta a partir de los 27 a los 61 DDT	28
Tabla 2:	Tamaño de las pelas de brócoli	36

## I. INTRODUCCIÓN

El Brócoli (*Brassica oleracea* L.), es una especie muy importante en la nutrición humana, y su valor nutritivo radica principalmente en su alto contenido de vitaminas y minerales, y es una excelente fuente de vitamina A, potasio, hierro y fibra, además de ser ricos en hidratos de carbono, proteínas y grasa (Bernal, 2004). El brócoli tiene un alto contenido de ácido fólico en las hojas e inflorescencias por lo que afirma su efectividad en la prevención y control del cáncer (Oleas, 2002).

Para su fomento y promoción, el cultivo del brócoli, requiere durante la fase de crecimiento de temperaturas medias que oscilen entre 20 y 24 °C, y prefiere suelos con pH que varía entre 6,5 y 7 y con una textura media. Soporta mal la salinidad excesiva del suelo y del agua de riego (Hernán, 2001).

Bajo las condiciones agroecológicas del distrito de Lamas, se viene fomentando desde hace un tiempo atrás, el cultivo del brócoli usando la variedad Calabrese, y debido al inadecuado manejo del cultivo y por la variabilidad climática que ocurre en todas las partes de la Tierra, se observa en los campos de los horticultores, efectos en el estado fenológico que está repercutiendo en el accionar fisiológico y metabólico, el cual trasciende en una disminución de la productividad y producción del cultivo.

Ante esta situación, se ha desarrollado la presente investigación, con la finalidad de experimentar el comportamiento agronómico bajo las condiciones agroecológicas del



distrito de Lamas, y por consiguiente determinar el mejor rendimiento y rentabilidad económica de uno o más híbridos o de la variedad Calabrese.



## II. OBJETIVOS

### 2.1 Objetivo General

- ❖ Determinar el híbrido o variedad del cultivo de brócoli (*Brassica oleracea* L.), con mejor adaptabilidad y comportamiento, bajo las condiciones agroecológicas del distrito de Lamas.

### 2.2 Objetivo Específico

- ❖ Evaluar y analizar el comportamiento agronómico de cinco híbridos y una variedad en la producción del cultivo del Brócoli (*Brassica oleracea* L.), bajo las condiciones agroecológicas del distrito de Lamas.
- ❖ Determinar el mejor rendimiento de acuerdo a la adaptabilidad y comportamiento agronómico de los cinco híbridos y una variedad en la producción del cultivo del Brócoli (*Brassica oleracea* L.), en el distrito de Lamas.
- ❖ Realizar el análisis económico de los tratamientos estudiados.

### III. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

#### 3.1 Importancia del cultivo

Hernán (2001), señala que el brócoli es un alimento rico en selenio, el cual se lo ha asociado a la disminución de cáncer de piel, hígado y colon; además de reducir la incidencia de tumores en los senos, debido al contenido de sulforano que hace que el cuerpo secrete una enzima que inhibe el crecimiento de los tumores.

Se afirma que tiene efectividad en la prevención y control del cáncer por el alto contenido de ácido fólico en las hojas e inflorescencias (Oleas, 2002). También, Vallejo *et al.*, (2003), manifiestan que el cultivo de brócoli poseen compuestos que previenen enfermedades cardiovasculares y ciertos tipos de cáncer. Bernal (2004), menciona que el brócoli es muy importante en la nutrición humana, y su valor nutritivo radica principalmente en su alto contenido de vitaminas y minerales, es una excelente fuente de vitamina A, potasio, hierro y fibra, además de ser ricos en hidratos de carbono, proteínas y grasa. Hopkins *et al.*, (2007), declaran que el Brócoli contiene componentes nutricionales importantes como: Vitamina A, Vitamina K, Ácido fólico, Manganeso, Selenio, Magnesio, Fósforo y Potasio; demostrándose que dichas sustancias han sido investigadas en modelos de varios tumores humanos (Mama, piel, páncreas, próstata, colon, leucemia, Glioblastoma cerebral), encontrándose que detiene el crecimiento de las células tumorales.

### 3.2 Origen

Catacora (1995) y Zohary y Hopf (2000), señalan como centro de origen de este cultivo el área Noreste del Mediterráneo (desde Grecia a Siria). Siendo introducido a Inglaterra después de 1700 y de allí se llevó a Estados Unidos, país en que las descripciones datan de inicios del ciclo XIX (1806); luego se fomentó en México, Guatemala, Perú, Ecuador y Chile. Así mismo, Maroto (2002) y Delgado de la Flor *et al.*, (2002), corroboran al indicar que el origen está ubicado en el Mediterráneo oriental y concretamente en el próximo oriente (Asia menor, Líbano, Siria, etc).

### 3.3 Taxonomía

Krarup, (1992) y Catacora (1995), clasifican taxonómica al cultivo de brócoli, para la *Brassica oleracea* var. *Itálica*, nombre común brócoli; Reino vegetal; sub reino de las fanerógama; división angiosperma; clase dicotiledónea; a la subclase arquiclamídea; del orden de los rhoedales; a la familia de las cruciferae; del género *brassica*; especie *oleracea* L; a la variedad *itálica* P; nombre vulgar brócoli.

Zohary y Hopf (2000), señala que la *Brassica Oleracea*; es una flor comestible y pertenece a la familia de las crucíferas, al igual que el repollo, el coliflor, el nabo, el rábano y el berro.

### **3.4 Características botánicas:**

#### **a. Raíz**

Giaconi y Escaffg (2004), señalan que el sistema radicular del brócoli es pivotante, la raíz primaria puede profundizar hasta 0,8 m, y generalmente se pierde en el proceso de extracción de las plántulas en almácigo; el sistema radicular del brócoli trasplantado en campo definitivo esta principalmente conformado por raíces adventicias secundarias, terciarias y raicillas las que se concentran entre los primeros 0,40- 0,60 m de profundidad.

Bolaños (2001), describe que los brócolis cultivados poseen una raíz pivotante de la que parte una cabellera ramificada y superficial de raíces. Así mismo, Saborío (2004), señala que las plantas jóvenes presentan una raíz principal, bien diferenciada, posteriormente hay formación de raíces adventicias lo cual favorece el pegamento de las plantas en trasplante, en general el sistema radicular seria pivotante con raicillas adventicias secundarias.

#### **b. Hoja**

Saborío (2004), indica que el brócoli es una hortaliza de mayor tamaño que la coliflor; las hojas son de tamaño grande, incluso mayor de 50 cm de longitud y 30 cm de ancho, y varían en número, de 15 a 30, según el cultivar. Presentan pecíolo más desarrollado que el repollo, alcanzando un tercio de la longitud total de la hoja. La lámina es entera, de borde fuertemente ondulado y presenta un tono verde-grisáceo. En la base de la

hoja puede dejar a ambos lados del pecíolo pequeños fragmentos de lámina a modo de folíolos y son de tipo cerosos.

### **c. Flor**

Delgado de la Flor *et al.*, (2002), mencionan que esta planta se distingue de otras de su misma familia por presentar pedúnculos florales prietos, compactos, que conforman un ramillete o cabeza irregular y abierta. Sus tonalidades muestran generalmente colores verdes intensos y azulados, aunque dependiendo de la variedad pueden llegar a ser rosados o blanquecinos. Uno de los rasgos principales de los diferentes tipos de brócoli incide en el tiempo que necesitan para desarrollarse completamente, dividiéndose en 14 precoces o tempranas, intermedios y tardíos; también reporta que el brócoli tiene un ciclo de vida anual, el tamaño de planta es de 0,7 m de altura y 0,5 m de ancho; además, la cantidad de semilla por gramo es de 264.

Giaconi y Escaffg (2004), señalan que las flores son perfectas y actinomorfas, con cuatro pétalos libres, de color amarillo, dispuestos en forma de cruz, características típicas de la familia de las crucíferas. Así mismo Hidalgo (2006), señala que las flores son perfectas, actinomorfas con cuatro pétalos libres de color amarillo y dispuestas de forma de cruz, a pesar de tener flores perfectas existen cierto grado de auto incompatibilidad, el tipo de polinización es cruzada y la realizan los insectos.

**d. Inflorescencia**

Gil (2000), indica que a diferencia de la coliflor, el brócoli presenta la inflorescencia, que es por lo natural mayor en el centro y más pequeñas en los laterales. Las yemas están unidas en racimos no recubiertos con hojas, presenta cabezas laterales, que son de colores verde oscuro, ligeramente azulado, aunque también se puede encontrar de otros colores y dependiendo la variedad pueden ser compactas o ligeramente compactas.

- e.** Bolaños (2001), señala que el brócoli según la forma de la cabeza, los cultivares de brócoli se clasifican en dos grupos; los ramosos, producen inflorescencias poco compactas y forma irregular; los globosos, produce una inflorescencia central grande y compacta y las plantas son de menor tamaño.

**f. Semilla**

Maroto (2001), indica que las semillas son de color pardusco; en un gramo pueden existir de 250 a 300 semillas, dependiendo del cultivar, con una capacidad germinativa de cuatro años.

Medina *et al.*, (2006), menciona que las semillas contenidas en el interior del fruto son liberadas al medio al momento de su madurez, son pequeñas, redondas con un diámetro que se encuentra cerca de 2 mm y de color pardo oscuro a rojizo.

### 3.5 Fenología del cultivo

Maroto (2002), menciona que en el desarrollo del brócoli se pueden considerar las siguientes fases; **de crecimiento**, cuando la planta desarrolla solamente hojas, la fase de **inducción floral**, la planta después de haber pasado un número determinado de días con temperaturas bajas inicia la formación de la flor; al mismo tiempo que está ocurriendo esto, la planta sigue brotando hojas de tamaño más pequeño que en la fase de crecimiento, en la fase de **formación de pellas**, la planta en la yema terminal desarrolla una pella y al mismo tiempo en las yemas axilares de las hojas está ocurriendo la fase de **inducción floral** con la formación de nuevas pellas, que serán bastante más pequeñas que la pella principal, la fase de **floración**, los tallos que sustentan las partes de la pella inician un crecimiento en longitud, con apertura de las flores, por último en la fase de **fructificación** se forman los frutos (silicuas) y semillas.

Zohary y Hopf, (2000), indican que las variedades de brócoli se clasifican según el ciclo de formación de la pella, quedando divididas en precoces o tempranas cuando se recolectan menos de 90 días tras la siembra, intermedias al ser cosechadas entre 90 y 110 días después de plantarlas y tardías cuando necesitan más de 110 días para alcanzar un adecuado desarrollo.

Hernán (2001), menciona que el brócoli es un cultivo de desarrollo en estación de otoño e invierno; necesita temperatura baja para desarrollar las pellas, que es su interés comercial hortícola.



Oleas (2002), señala que la vida económica de un cultivo de brócoli es de 80 a 100 días excluyendo la fase de almácigo, la cosecha se inicia entre 70 y 80 días después de la siembra definitiva.

### 3.6 Cultivares de brócoli

Haro y Maldonado (2009), mencionan que para seleccionar un cultivar se debe considerar algunos parámetros de adaptación que ayude a cumplir las exigencias del mercado, para lo cual detalla características de los cultivares en estudio y otros. A continuación se indican características agronómicas de los siguientes cultivares:

**Cultivar Legacy:** se caracteriza principalmente por producir plantas de buen vigor y alto potencial de rendimiento, sus tallos son fuertes y no posee ramificaciones laterales, se adapta muy bien a regiones de clima frío y se utiliza para los mercados locales y extranjeros.

**Cultivar Royal Gem:** este híbrido posee excelentes características de calidad y alto rendimiento en el mercado agroindustrial y principalmente de los congelados, así como en el mercado fresco, la pella tienen forma bien definida de color verde oscuro cuyos granos son finos de buena compactación.

**Cultivar Rumba:** híbrido que no se ve afectado cuando se siembra en invierno, presenta granulación media con buena compactación y es de color verde oscuro.

**Cultivar Nun Dossca F1:** la madurez comercial es a los 60 – 70 días después del trasplante, el tipo de planta es media de color verde oscuro, compacto y granulación media.

**Cultivar Royal Favor 109:** la madurez comercial es a los 60 – 70 días después del trasplante, el tipo de planta es media de color verde oscuro y granulación fina.

**Cultivar Royal Quist 109:** se caracteriza por producir plantas de buen vigor y alto potencial en rendimiento, sus tallos son fuertes, las cabezas son domos bien formados de granulación media y color verde oscuro brillante.

**Cultivar Nun 0034 CA F1:** es un híbrido con alto potencial de rendimiento con buen comportamiento para el mercado de brócoli procesado, su ciclo de maduración varía entre 60-70 días después del trasplante, color verde oscuro, cabeza grande, floretes compactos y firme con granulación media.

**Cultivar Altar F1:** la madurez comercial es a los 60 días después del trasplante, el tipo de planta es media de color verde oscuro y granulación fina.

### **3.7 Requerimiento climático**

Managua (2007), menciona que la temperatura óptima es de 15 a 18 °C, con un límite inferior de temperaturas para su crecimiento alrededor de los 5 °C tanto que por encima de 25 °C la calidad del producto obtenido se ve seriamente afectada debido a la pérdida de compactación de la cabeza por el

crecimiento y separación de los floretes, la abertura de las flores individuales y aceleración general de los procesos de senescencia. Esta planta es capaz de tolerar la incidencia de heladas ligeras.

Hernán (2001), menciona que la planta para un desarrollo normal en la fase de crecimiento necesita temperaturas entre 20-24 °C; ya que el brócoli para poder iniciar la fase de inducción floral necesita de temperatura durante varias horas del día que varíen entre 10 °C a 15 °C., respecto a la humedad relativa, ésta debe oscilar entre 60 y 75%. Asimismo, Martínez (2003), indica que el Brócoli es una hortaliza propia de climas fríos y frescos, puede tolerar heladas (-2°C), siempre y cuando no se haya formado la inflorescencia, ya que es fácilmente dañada por las bajas temperaturas. El rango de temperaturas para germinación es de 5 a 28°C, llegando a emerger a los 8 días.

### **Altitud**

Manual Agropecuario (2004), indica que durante el periodo vegetativo debe tener bajas temperaturas, aunque no resiste las heladas, en altitudes de 1800 msnm a 2800 msnm. Es un cultivo primordialmente de zonas altas, su mejor desarrollo y calidad se obtiene en zonas arriba de los 1 500 m.s.n.m.m. (USAID, 2008).

### **Humedad**

Traxco. es (2011), menciona lo siguiente que la humedad relativa óptima del cultivo, oscila entre 60 y 75%.

## **Luminosidad**

Sakata (2011), dice que el cultivo de brócoli necesita de un fotoperiodo de 11 a 13 horas luz.

## **Requerimiento de Suelo**

Hernán (2001), menciona que como todas las crucíferas prefieren suelos con tendencia a la acidez y no a la alcalinidad, estando el óptimo de pH entre 6,5 y requiere suelos de textura media. Soporta mal la salinidad excesiva del suelo y del agua de riego.

Managua (2007), menciona que los suelos fértiles y ricos en materia orgánica son los mejores para el cultivo de brócoli, buen drenaje y pH 6,0-6,8. Concordando con Zohary y Hopf. (2000), afirma que el brócoli (*Brassica oleracea* L. var. *italica*) Se desarrolla bien en cualquier tipo de suelo, prefiriendo los franco-arenosos, con buen contenido de materia orgánica; se clasifica como ligeramente tolerante a la acidez, siendo su rango de pH de 6 a 6,8 y medianamente tolerante a la salinidad.

Medina *et al.*, (2006), señalan que los suelos destinados a la producción de esta hortaliza requieren ciertas condiciones para su óptimo desarrollo. Las características físicas con las que deben cumplir son: topografía plana, textura media, perfil profundo, bien drenados y sin pedregosidad. Dentro de las características químicas un pH neutro, baja salinidad, alta fertilidad y elevado contenido de materia orgánica son de gran importancia.

### 3.8 Requerimiento hídrico

Infoagro, (2011), manifiesta que el riego debe ser regular y abundante en la fase de crecimiento, en la fase de inducción floral y formación de pella, conviene que el suelo este sin escasa humedad, pero si en estado de capacidad de campo. Coincidiendo con Hernán (2001), indica que el riego debe ser abundante y regular en la fase de crecimiento. En la fase de inducción floral y formación de pella, conviene que el suelo esté sin excesiva humedad.

Oleas (2002), señala que el brócoli necesita niveles de abastecimiento regulares de agua especialmente en las primeras fases de desarrollo, la calidad adecuada de agua debe presentar suficiente aireación, una temperatura similar a la del medio ambiente y una baja concentración de sales que a su vez contengan porcentajes bajos de cloruro y sulfatos.

Apaclla (2005), menciona para obtener un alto rendimiento, inflorescencias de buena calidad se requiere que la planta no sufra de estrés hídrico. El número de riegos depende de la condiciones atmosféricas del lugar y del estado de desarrollo del cultivo; en costa central se aplican por lo general 6 riegos. Los riegos deben ser frecuentes y ligeros en la etapa inicial del cultivo, luego distanciados y pesados después del cambio de surco, es necesario asegurar la humedad durante el desarrollo de la inflorescencia, para ello se estima que el consumo hídrico hasta la cosecha es de 4 000 m<sup>3</sup>/ha.

Maroto (2002), menciona que para obtener buenos rendimientos y calidad de la inflorescencia, la planta de brócoli no debe sufrir estrés hídrico, ya sea por falta o exceso de agua y /o calidad de esta, los requerimientos de agua varían según las condiciones ambientales y estado de desarrollo del cultivo. Posterior al trasplante el riego debería ser cada 7 – 10 días, dependiendo de las temperaturas inexistentes, el consumo total por parte del cultivo es de 4 000 m<sup>3</sup> de agua/ha.

### **3.9 Aspectos agronómicos**

#### **3.9.1 Siembra**

Catacora (1995), indica que la forma más recomendable es la siembra en almácigo y después trasplantarlo al terreno definitivo, para lo cual se utiliza un promedio de 0,3 Kg de semillas TM.ha<sup>-1</sup>; en la siembra directa se usa un promedio de 2 Kg.ha<sup>-1</sup>. Antes de la siembra recomienda hacer análisis de suelo para conocer la disponibilidad de nutrientes.

Bolaños (2001), afirma que la distancia para la siembra es entre surcos 0,7-1,00 m; y entre plantas 0,4-0,5 m; cuando es una hilera es de 0,7 cm/cama; cuando es dos hileras es de 1,20 m/camas.

Zohary y Hopf (2000), mencionan que el brócoli puede sembrarse en forma directa o indirecta (trasplante). El primer sistema se refiere a la utilización de sembradora de precisión. En la siembra indirecta es común la utilización de almácigos, ya sea a campo abierto o bajo condiciones de invernadero. Cuando la actividad se realiza en campo abierto se ocupan pequeñas

superficies de 60 m<sup>2</sup>, usando de 200 a 300 g de semilla y obteniendo suficientes plantas para una hectárea comercial (65 000 plantas). El trasplante puede efectuarse cuando las plántulas tienen cuatro hojas verdaderas, lo que generalmente ocurre en un lapso de 28 a 35 días.

Oleas (2002), indica que la siembra generalmente es manual, para lo cual se trazan pequeños surcos de 1 a 2 cm de profundidad separadas a 10 cm. Y en ellos se depositan las semillas distanciados más o menos 1,5 cm., entre si y se tapan con el sustrato; a esta densidad de siembra se necesita 666 semillas /m<sup>2</sup>, o de 2 a 3 g/ m<sup>2</sup>. También como referencia se indica que 50 g., de semilla y 75 % de germinación pueden producir 5 000 plantas.

### **3.9.2 Fertilización**

Medina *et al.*, (2006), señalan que la fertilización del cultivo de brócoli depende del análisis del suelo y de sus requerimientos nutricionales. La aplicación de fertilizantes se lo realiza en banda; es decir, al espacio entre plantas y de manera equilibrada para lograr un crecimiento continuo y no violento mediante tres fertilizaciones ejecutadas durante la preparación del suelo, más tarde a los 25 - 30 días después del trasplante y finalmente de 20 - 30 días después, tiempo en el cual es muy importante la presencia de calcio y boro para tener pellas libres de manchas y bien conformadas. El brócoli responde a la fertilización nitrogenada tanto en rendimiento como en calidad, aplicándose una mitad junto con todo el fósforo en la preparación de suelo y la otra mitad al iniciarse el desarrollo de la inflorescencia.



Bolaños (2001), afirma que el brócoli tiene un mejor desarrollo a los niveles de 75-150-60 de N-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-K<sub>2</sub>O, se obtiene un alto rendimiento; según las experiencias de las técnicas de la MAG 19t99 ha mostrado que en general la fertilización de brócoli se puede hacer con la aplicación de 12 g/planta de 10-30-10 a la siembra y completar con la aplicación de 10 g/planta de nitrato de amonio a los 30 días después del trasplante.

Catacora (1995), menciona que la extracción de N, P, K, para el cultivo de brócoli es bastante alto por ello se recomienda 20 TM/Ha, de materia orgánica a la preparación del terreno o en bandas al cambio de surco. Como referencia se sugiere una dosis de 140-60-60 de N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> y K<sub>2</sub>O en suelos sueltos y pobres.

Giaconi y Escaffg (2004), indican que para obtener una cosecha con altos rendimientos y calidad del producto es importante dotar al suelo de nutrientes suficientes, 150-90 de N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ello se obtiene en 300 kg de úrea y 200 kg de superfosfato triple.

### **3.9.3 Riego**

Corpei (2006), indica que los requerimientos de agua dependen de las condiciones del clima, del estado de desarrollo del cultivo y principalmente del tipo de suelo, en zonas cálidas y secas la cantidad de agua requerida es mayor que en zonas más frías y húmedas. El riego es fundamental en la etapa de trasplante para asegurar el establecimiento de las plantas, en el momento de máxima cobertura foliar y en el desarrollo de la inflorescencia,



siendo importante mantener una adecuada disponibilidad de agua en la zona de extracción de las raíces. Para obtener inflorescencia de calidad y rendimientos elevados es imprescindible que la planta no sufra estrés hídrico, por falta o exceso de agua o por mala calidad de la misma.

#### **3.9.4 Control de malezas**

La presencia de malezas varía de acuerdo a la época de cultivo y significa una competencia por agua, luz y elementos nutritivos, además son un reservorio de plagas y dificultan las labores por lo que es necesario realizar un control oportuno antes que produzcan daño al cultivo. El control de las malezas se realiza mediante métodos manuales o mecánicos y mediante herbicidas sin embargo este último no es recomendable debido a que el brócoli es bastante sensible a este tipo de insumos. En el semillero se realiza manualmente una o dos veces y en el cultivo dos veces, la primera a los 28 días después del trasplante por medio de un rascadillo con el que se elimina la maleza y se afloja el suelo y la segunda a los 45 días.

Secaira (2000), menciona que las malezas ya establecidas compiten con los cultivos por luminosidad, agua, nutrientes. En la competencia e influencia que las malezas ocasionan al cultivo, el periodo crítico de interferencia esta dado desde los 30 a los 60 días, pues pasado este tiempo la planta de brócoli supera a sus competidoras en fenología y sistema radicular impidiéndoles su desarrollo normal.

### 3.9.5 Control Fitosanitario

Managua (2007), mencionan que las principales plagas y enfermedades que afectan la producción de brócoli son:

**Gusano trozador** (*Agrotis sp*) corta las plantas en el tallo su control químico con clorpiritos y piretroides; **pulgón** (*Aphis sp*), que se agrupan en el envés de las hojas, se desarrollan en época seca y caliente se controla con piretroides; **Minador** (*Plutella sp*), causan perforaciones en el limbo foliar y se controlan con Dimethoatos.

Las principales enfermedades se indican al Mal de almácigo (*Phythium*, *Fusarium*, *Rhizoctonia*, (Hongos del suelo) que provocan marchitamiento de plántulas y se controla con Benomyl; Mildium (*Peronospera sp.*) se localizan en la parte inferior de las hojas como pequeñas manchas descoloridas y se desarrollan en zonas húmedas su control es a base de productos con Mancozeb; por último menciona a la Alternaria (*Alternaria brassicae*) que afecta plántulas, hojas y luego de la cosecha y se transmite por semilla, se controla con productos a base de clorotalonil y metalaxil, coincidiendo con Oleas (2002), quien indica que las plagas que afectan en el rendimiento del brócoli es el gusano trozador, pulgón, plutella y las enfermedades señala a Mildium y Alternaria.

### 3.10 Problemas fisiológicos

Oleas (2002), señala que en el brócoli se presentan dos problemas fisiológicos que pueden causar dificultades productivas, por lo que es

necesario realizar un manejo adecuado que disminuya los factores causantes logrando un crecimiento uniforme.

- a) Tallo hueco: Desorden relacionado al exceso de nitrógeno, poblaciones bajas y otros factores que causan un crecimiento acelerado de la planta.
- b) Gránulos pardos en la superficie de la pella: Desorden asociado con altas temperaturas, fertilización poco equilibrada y crecimiento rápido.

### **3.11 Cosecha**

Oleas (2002), menciona que la cosecha es de tipo manual, con cuchillos comunes, el brócoli se cosecha cuando la inflorescencia alcanza su máximo tamaño, es compacta y las flores individuales no se han abierto. El color de la cabeza debe ser verde, con una tonalidad purpura en ciertos cultivares. La presencia del color amarillamiento en la inflorescencia es un indicador de sobre madurez y senescencia y, por lo tanto, indeseable. La cosecha del brócoli primero se cosecha la inflorescencia principales y luego las laterales que se forman posteriormente.

### **3.12 Adaptación y adaptabilidad**

Se entiende por cultivares adaptados aquellos que presentan mejor comportamiento relativo, generalmente asociado a posiciones, en un ranking, en caracteres de importancia económica en una serie de condiciones ambientales diferentes (Abadie y Ceretta, 1997).

Cuando un grupo de genotipos es evaluado en distintas condiciones ambientales (años, localidades y/o épocas de siembra), puede presentar dos tipos de adaptación, una general y otra específica.

Un cultivar tiene adaptación general, cuando muestra tener mejor comportamiento relativo en la mayoría de los ambientes en los que es evaluado. Por el contrario un cultivar muestra adaptación específica cuando muestra tener mejor comportamiento relativo en un determinado ambiente en donde fue evaluado (Ceretta *et al.*, 1998).

El comportamiento relativo diferencial de un cultivar en distintos ambientes de evaluación está dado por la presencia de interacción genotipo ambiente (IGA) (Fox *et al.*, 1997), que es la respuesta diferencial de un genotipo en cada uno de los ambientes a los cuales es sometido (Vargas *et al.*, 1999). La caracterización de la IGA es necesaria para comprender la adaptación de los cultivos, debido a que desde el punto de vista biológico, el estudio de la adaptación trata de comprender el fenómeno por el cual la expresión de los fenotipos superiores, resulta de la continua IGV a través del tiempo (Ceretta *et al.*, 1998).

La adaptación es un proceso largo y continuo en donde la planta va incorporando estrategias de desarrollo dentro de su estructura fisiológica. La adaptabilidad es la sumatoria de estrategia; pero, que se dan en un tiempo relativamente corto y la sumatoria de esta adaptabilidad constituye la adaptación.

Una adaptación biológica es un proceso fisiológico o rasgo morfológico o del comportamiento de un organismo que ha evolucionado durante un período mediante la selección natural de tal manera que incrementa sus expectativas a largo plazo para reproducirse con éxito. Tiene tres significados, uno fisiológico y dos evolutivos (Futuyma, 1997):

Algunos fisiólogos utilizan el término adaptación para describir los cambios compensatorios que ocurren a corto plazo en respuesta a disturbios ambientales. Estos cambios son el resultado de la plasticidad fenotípica. Sin embargo, esto no es adaptación y los términos aclimación y aclimatización son más correctos (Willmer *et al.*, 2000).

Un individuo o grupo de ellos pueden cambiar un conjunto de características morfológicas, fisiológicas y bioquímicas cuando varían las condiciones externas. En la producción de plantas en forma comercial, se pueden anticipar en el cultivo, los cambios que debieran producirse para que el producto sea compatible con las condiciones ambientales de su vida futura. Las plantas de interior podrán así crecer en ambientes interiores, aunque sea limitadamente y también mantenerse saludables.

Se denomina aclimatación a aclimatización a la preparación de plantas que van a pasar a ambientes diferentes de los que venían creciendo hasta ese momento. El procedimiento implica una adaptación de las plantas previo al traslado al próximo sitio en que se las va a hacer crecer. Los floricultores que producen plantas la climatización (Klasman, 2011).

En biología evolutiva, la adaptación se refiere tanto a las características que incrementan la supervivencia y/o el éxito reproductivo de un organismo, como al proceso por el cual se adaptan los organismos (Futuyma 1997):

La adaptación es un proceso normalmente muy lento, que tiene lugar durante cientos de generaciones y que en general no es reversible. Sin embargo, a veces puede producirse muy rápidamente en ambientes extremos o en ambientes modificados por el hombre con grandes presiones selectivas (Willmer *et al.*, 2000). La falta de adaptación lleva a la población, especie o clado a la extinción. Debe existir variación fenotípica entre los individuos de una población. La variación se origina por mutación y recombinación y es al azar con respecto a la dirección de la adaptación. El carácter debe ser heredable, esto es, requiere que la variación fenotípica se deba, al menos en parte, a una variación genética que permita la transmisión de los fenotipos seleccionados a la siguiente generación.

### **3.13 Trabajos de investigación realizados en el cultivo de brócoli**

Catacora, *et al.*, (1995), menciona que el Instituto Nacional de Investigación Agraria (INIA) CICH-HK-Huaral en 1995, con un sistema de riego por gravedad realizó tres ensayos comparativos de cultivares de *Brassica oleracea* L. Var. Itálica Plenck "BROCOLI" de los cultivares "Marathon", "Lancelot", "Barbados", "Green Valiant" y "Fiesta" como los de mejor comportamiento, con rendimientos de 7 a 7,6 TM/ha. En el mismo año y lugar también se probaron otros cultivares, donde destacaron las siguientes cultivares en cuanto a rendimiento de inflorescencias primarias: Pírate con

8,85 TM/ha, Lancelot con 8,62 TM/ha y Viking con 6.62 TM /ha, con sistema de riego por gravedad.

Ortega (1999), evaluó 10 cultivares entre los meses de mayo a octubre de 1999 en la Donoso INIA-CICH-KM. Huaral. Los resultados obtenidos indican que los cultivares de “Marathon”, “Shogum”, “Republic”, “Legacy” y “Contitution”, tuvieron los mayores rendimientos de inflorescencias primarias con un promedio de 10,424 TM/ha.

Oleas (2002), evaluó 2 cultivares de brócoli variedad Legacy y variedad Coronado en Quito –Ecuador, los resultados obtenidos indican que la variedad Coronado tuvo mayor rendimiento de inflorescencias primarias con 12 TM/ha. Así mismo, menciona que los rendimientos de brócoli muestran variaciones según el cultivar, época de siembra, población, fertilización, entre otros, teniendo un promedio de 10 TM/ha, valorando como pobres a los rendimientos inferiores a 8 TM/ha y buenos a los rendimientos superiores a 12 TM/ha, considerando además un 50% más de rendimiento en el caso de ser cosechadas las inflorescencias secundarias.

Ubillus, *et. al.*, (1996), evaluó 10 cultivares entre los meses de mayo a octubre de 1996 en la Donoso INIA-CICH-KM. Huaral. Los resultados obtenidos indican que los cultivares de “Marathon”, “Shogum”, “Republic”, “Legacy” y “Contitution”, tuvieron los mayores rendimientos de inflorescencias primarias con un promedio de 10,42 TM/ha.



Corea *et al.*, (2007), efectuaron un trabajo de investigación intitulado “Evaluación de dos variedades de brócoli (Pirata y Green F. Sproutin calabrense) y tres dosis de fertilización (18-46-0) en la Comarca Mombachito, Camoapa, Boaco, Nicaragua. Los resultados obtenidos nos indican que en la etapa de semillero la variedad Green Sprouting en la variable altura de la planta fue la de más alto valor; mientras que para las variables ancho y largo de hoja la variedad Pirata presentó mayores desarrollos, obteniendo igual comportamiento en el número de hojas para ambas variedades. La variedad Pirata en etapa de semillero presentó mayor tolerancia a la incidencia de la enfermedad denominada mal del talluelo (Dampin off), no presentando resistencia a esta enfermedad la variedad Green Sprouting.

En la etapa de desarrollo vegetativo existió diferencia significativa solo para el factor variedades en las variables altura de la planta y largo de la hoja, mientras que en la variable ancho de la hoja no se encontró diferencia significativa para ningún factor, en la variable grosor del tallo presentó diferencias significativas solamente en variedad pirata.

De acuerdo al análisis de costo la variedad Pirata obtuvo una utilidad de U.S 5 474,90 para la dosis de 260 kg/ ha, seguido del tratamiento con 130 kg/ ha<sup>-1</sup> con una utilidad U.S 5 135,99; obteniendo la menor utilidad la aplicación de 227,27 kg/ha<sup>-1</sup> en un ingreso neto de U.S 4 420,60.

A continuación se indican según la Tabla 1, los resultados obtenidos en la variable altura de planta a partir de los 27 a los 61 días después del trasplante



(Corea et al., 2007), y básicamente nos indica que existe diferencia significativa a partir de los 27 ddt, observándose que la variedad Green presenta el promedio de altura más alto con 13,02 cm, en comparación con el cultivar Pirata, que obtuvo una altura de planta de 9,64 cm., observándose dichos comportamientos desde los 35 a los 65 ddt.

Tabla 1: Resultados obtenidos en la variable altura de planta a partir de los 27 a los 61 días después del trasplante

Variedad	27 DDT	35 DDT	42 DDT	49 DDT	54DDT	61DDT
Pirata	9,64	10,97	13,62	16,52	19,90	23,33
Green	13,02	18,92	22,33	27,56	32,68	36,08
C.V %	26,46	14,52	13,01	12,5	5,50	8,50
Pr<0,05	0,03	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001

Según García y Sánchez (2004), en trabajos efectuados en las variedades Pirata, Watham 29 y Green Sprouting, los reportes indican que no presentaron diferencia estadísticas en cuanto a la variable altura de planta.

Arteaga (2011), realizó un trabajo de aclimatación de 12 híbridos de brócoli (*Brassica oleracea*, L, Var. Italica) en el Cantón Riobamba Provincia de Chimborazo, Ecuador y los resultados obtenidos en altura de planta, registrado a los 42 días después del trasplante, nos detalla según el Cuadro 1.

Cuadro 1: Altura de planta a los 42 DDT.

Híbrido	Rango	Altura (cm)	Rangos
GSOHB1	T4	42,71	A
Athlete	T8	39,35	B
CHSHB1	T5	38,51	C
FALU001	T1	38,44	C
Legacy	T10	37,96	CD
KDHB1	T2	37,64	D
Mónaco	T9	37,37	DE
EQHB1	T3	37,00	E
HBRHB1	T7	36,87	E
Avenger	T12	36,17	F
Domador	T11	34,58	G
GCHB1	T6	33,47	H

Fuente: Arteaga, 2011.

El mismo autor, reporta los rendimientos obtenidos, según el Cuadro 2 de la siguiente manera:

Cuadro 2: Híbridos estudiados con relación a la altura

Híbridos	Tratamientos	Altura (cm)	Rangos
Avenger	T12	18 879,20	A
Mónaco	T9	18 749,88	A
Legacy	T10	17 687,69	B
GSOHB1	T4	17 048,84	C
KDHB1	T2	16 911,97	D
Athlete	T8	16 823,86	D
GCHB1	T6	16 661,96	E
HBRHB1	T7	16 525,13	E
CHSHB1	T5	16 482,69	F
Domador	T11	15 514,49	G
FALU001	T1	15 061,37	H
EQHB1	T3	14,943,69	H

Fuente: Arteaga, 2011.

## IV. MATERIALES Y MÉTODOS

### 4.1 Materiales

#### 4.1.1 Ubicación del campo experimental

El presente trabajo de investigación se llevó a cabo en el Fundo Hortícola “El Pacífico”, de propiedad del Ing. Jorge Luís Peláez Rivera, en el distrito y provincia de Lamas.

##### Ubicación geográfica:

Latitud Sur : 06° 20' 15"  
Longitud Oeste : 76° 30' 45"  
Altitud : 835 m.s.n.m.m.



##### Ubicación política

Fundo : Pacífico  
Provincia : Lamas  
Distrito : Lamas  
Región : San Martín

#### 4.1.2 Antecedentes del campo

En el Fundo Hortícola “El Pacífico”, se vienen cultivando hortalizas de gran potencial comercial y cuenta con una extensión de dos hectáreas desde hace veintidós años.

#### 4.1.3 Vías de acceso

La principal vía de acceso al campo experimental es la carretera Fernando Belaunde Terry a la altura del Km. 12, con un desvío al margen derecho a 19.5 Km. de la ciudad de Tarapoto.

#### 4.1.4 Características edafoclimáticas

##### a. Características climáticas

Ecológicamente el lugar donde se desarrolló el presente trabajo de investigación es una zona de vida, caracterizada por el Bosque Seco Tropical (bs-T) (Holdridge, 1970).

En el Cuadro 3, se muestra los datos meteorológicos reportados por SENAMHI (2013), que a continuación se indican:

Cuadro 3: Datos meteorológicos, según SENAMHI (2013).

Meses	Temperatura Media Mensual (°C)	Precipitación Total Mensual (mm)	Humedad Relativa (%)
Enero	23,05	186,70	85,0
Febrero	22,90	88,80	83,0
Marzo	22,60	180,40	85,0
Abril	23,10	70,90	83,0
Total	91,65	526,80	336,0
Promedio	22,93	131,70	84,0

Fuente: SENAMHI (2013).

##### b. Características edáficas

El suelo presenta una textura franco arcillo arenoso, con un pH ligeramente ácido con un valor de 6,23. La materia orgánica se encuentra en un nivel medio con un valor de 2,01%. El nitrógeno (0,10), tiene un contenido medio. El fósforo asimilable se encuentra en un nivel alto con

un valor de 72,23. El potasio disponible se encuentra en un nivel medio con un valor de 112. Los resultados descritos se muestran en el cuadro 4.

Cuadro 4: Características físicas y químicas del suelo.

Elementos		Lamas Fundo "El Pacífico": 835 m.s.n.m.m	Interpretación
pH		6,23	Ligeramente Ácido
C.E. uS/cm		102	Bajo
M.O (%)		2.01	Medio
N (%)		0,10	Medio
P ppm		72,23	Alto
K ppm		112	Medio
Análisis Mecánico (%)	Arena (%)	52	Franco Arcillo Arenoso
	Limo (%)	31	
	Arcilla (%)	17	
	Clase Textural		
CIC (meq)			
Cationes cambiables (meq)	Ca <sup>2+</sup>	9,75	Bajo
	Mg <sup>2+</sup>	2,12	Normal
	K <sup>+</sup>	0,28	Bajo

Fuente: Laboratorio de Suelos de la FCA-UNSM-T (2013).

## 4.2 Metodología

### 4.2.1 Diseño experimental

En la ejecución del presente trabajo de investigación se utilizó el Diseño Bloques Completamente al Azar (DBCA), con seis tratamientos y tres repeticiones.

#### a. Campo experimental

##### Bloques

Nº de bloques	: 03
Ancho	: 13.20 m
Largo	: 22.80 m
Área total del bloque	: 300.96 m <sup>2</sup>

Separación entre bloque : 0.50 m.

### **Parcela**

Ancho : 3.30 m

Largo : 4.56 m

Área : 15.048 m<sup>2</sup>

Área neta : 15.048 m<sup>2</sup>

Distanciamiento : 0.20 m. x 0.20 m.

#### **4.2.2 Tratamientos estudiados**

- ❖ Híbrido: Royal Favor F-1 Hyb (T1)
- ❖ Híbrido: WSX 737 (T2)
- ❖ Híbrido: WSX 742 (T3)
- ❖ Híbrido: WSX 748 (T4)
- ❖ Híbrido: WSX 752 (T5)
- ❖ Variedad: Calabrese (T0)

#### **4.2.3 Conducción del experimento**

##### **a. Limpieza del terreno**

Se utilizó machete y lampa para eliminar las malezas, y separarla de las parcelas.

##### **b. Preparación del terreno y mullido**

Esta labor se realizó removiendo el suelo con el uso de una mula mecánica y palas. Seguidamente se empezó a mullir las parcelas con la ayuda de un rastrillo, después se aplicó gallinaza a razón de 5 ton/ha y se removió el suelo, con la finalidad de homogenizar el suelo.

**d. Parcelado**

Después de la remoción del suelo, se procedió a parcelar el campo experimental dividiendo en tres bloques, cada uno con sus seis tratamientos, respectivos.

**e. Muestreo de suelo**

Se realizó utilizando el muestreador de suelo, extrayendo el suelo propiamente dicho de una profundidad de 30 cm. Dicha labor se efectuó antes de la siembra.

**f. Almacigo**

La preparación de almacigo se realizó en bandejas almacigueras de 192 celdas utilizando como sustrato Alga Marina, de nombre Prémix. Las semillas fueron colocadas en cada celdilla en un número de dos y esta labor fue sembrada el 16 de Enero del presente año, y dichos plantines germinados estuvieron en las celdillas por un lapso de 15 días.

**g. Trasplante**

Se realizó el trasplante los 15 días después de la siembra, con fecha 01/02/13, cuando los plantines tuvieron una altura entre 15 a 20 cm y con un número de hojas entre 3 a 5 hojas verdaderas y libres de fitopatógenos. En el campo se sembraron a un distanciamiento de 0,20 m., entre planta y 0,20 m., entre fila.

**4.2.4. Labores culturales**

Se realizó las siguientes labores:

**a. Control de maleza**

Se realizó de manera frecuente y de manera manual dos veces durante el periodo fenológico.

**b. Riego**

Se efectuó de manera continua mediante sistema de aspersión y de acuerdo a la incidencia de las lluvias registradas.

**c. Cosecha**

Se efectuó cuando las semillas de híbridos y la variedad estudiada alcanzaron su madurez fisiológica de mercado, y en forma manual. La variedad Calabrese fue cosechada a los 93 días después de trasplantado (06/04/13), y según el ciclo de formación de la pela elaborado por Zohary y Hopf (2000), la variedad Calabrese se clasifica por el tiempo cosechado como una variedad intermedia (90-110 días). Los híbridos fueron cosechados a los 88 días después de trasplantados (01/04/13), las cuales fueron consideradas como precoces o tempranas, cuando se recolectan < de 90 días.

**4.2.5 Variables evaluadas:**

**a. Altura de planta**

Se evaluó la altura de 10 plantas en centímetros escogidas al azar al momento de la cosecha, desde la base del cuello hasta la parte más alta de la planta en cada uno de los tratamientos.

**b. Peso de la inflorescencia**

Se procedió a pesar las inflorescencias de 10 plantas tomadas al azar, para lo cual se procedió a usar una balanza de precisión.



**c. Diámetro ecuatorial de la inflorescencia o pela**

Se calculó el perímetro de la pela, de 10 plantas tomadas al azar, usando un vernier. El tamaño de las pelas de brócoli se realizó en base a lo indicado por Bustos (2006), según la Tabla 2:

Tabla 2: Tamaño de las pelas de brócoli

Tamaño	Pequeñas	Medianas	Grandes
Diámetro (cm)	5-10	10-20	>20

Fuente: Bustos (2006).

**d. Diámetro de la base del tallo.**

Se efectuó tomando al azar 10 plantas por tratamiento, la medición fue realizada empleando un vernier graduado.

**e. Rendimiento en la producción en Tn.ha<sup>-1</sup>**

Se contabilizó el peso en kg de cada pela obtenidas en cada uno de los tratamientos que conformó la parcela (10 plantas tomadas al azar por cada tratamiento), para lo cual se usó una balanza de precisión y se lo relacionó a la producción en kg.ha<sup>-1</sup>, la misma que fue convertida a Tn.ha<sup>-1</sup>.

**f. Análisis económico**

La relación costo beneficio se efectuó de acuerdo a la siguiente fórmula:

**Relación Costo Beneficio = Costo de producción/Beneficio Bruto x 100.**

## V. RESULTADOS

### 5.1 De la altura de planta

Cuadro 5: Análisis de varianza para la altura de planta (cm).

Fuente de variabilidad	Suma de cuadrados	GL	Cuadrado medio	F. C.	Interpretación del P-valor
<b>Bloques</b>	18,363	2	9,182	0,487	0,628 <b>N.S.</b>
<b>Tratamientos</b>	1 296,458	5	259,292	13,754	0,000 <b>**</b>
<b>Error experimental</b>	188,523	10	18,852		
<b>Total</b>	1 503,345	17			
$R^2 = 87,5\%$ C.V. = 10,94% Promedio = 39,7					

NS. No significativo  
**\*\***Significativo al 99%

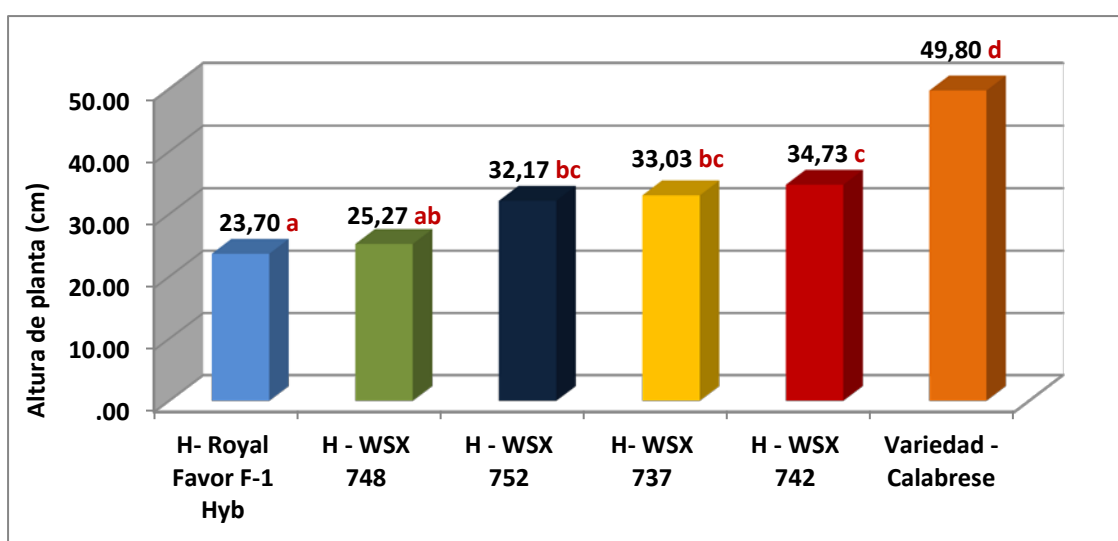


Gráfico 1: Prueba múltiple de Duncan ( $\alpha = 0,05$ ) para los promedios de tratamientos respecto a la altura de planta.

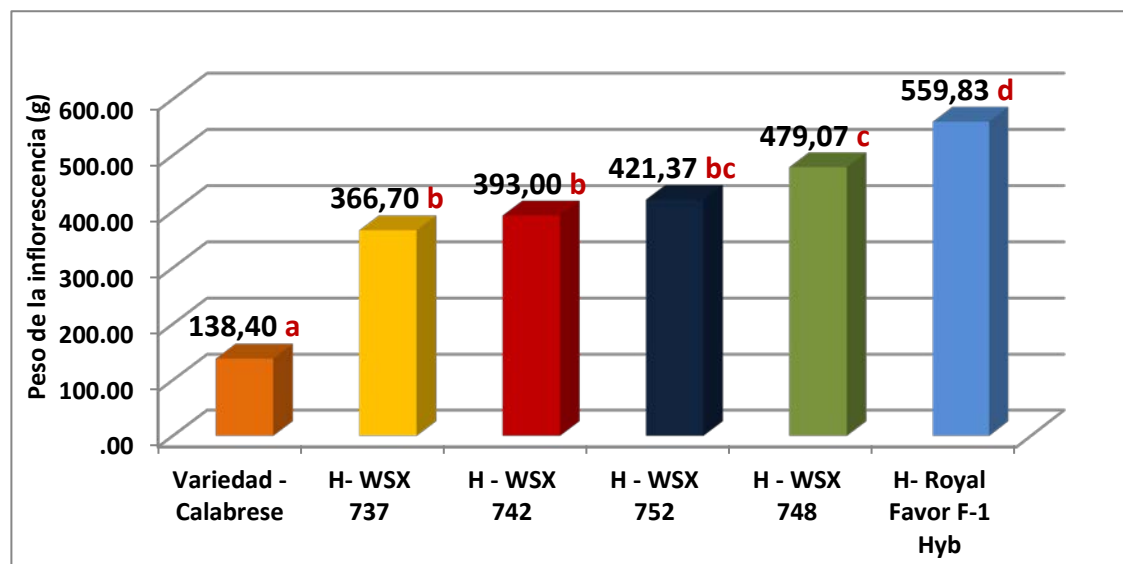
## 5.2 Del peso de la inflorescencia

**Cuadro 6: Análisis de varianza para el peso de la inflorescencia (g).**

Fuente de variabilidad	Suma de cuadrados	GL	Cuadrado medio	F. C.	Interpretación del P-valor
<b>Bloques</b>	10612,281	2	5 306,141	3,276	0,081 <b>N.S.</b>
<b>Tratamientos</b>	304674,983	5	60 934,997	37,618	0,000 <b>**</b>
<b>Error experimental</b>	16198,239	10	1 619,824		
<b>Total</b>	331485,503	17			
$R^2 = 95,1\%$ C.V. = 8,53% Promedio = 471,7					

NS. No significativo

\*\*Significativo al 99%



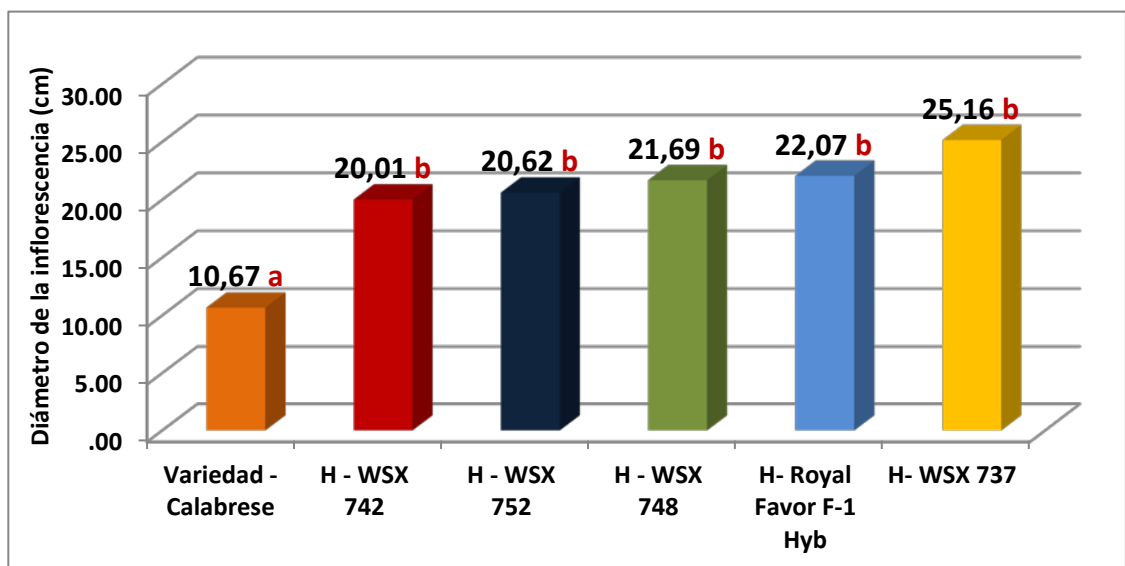
**Gráfico 2: Prueba múltiple de Duncan ( $\alpha = 0,05$ ) para los promedios de tratamientos respecto al peso de la inflorescencia.**

### 5.3. Del diámetro de la inflorescencia

**Cuadro 7: Análisis de varianza para el diámetro de la inflorescencia (cm).**

Fuente de variabilidad	Suma de cuadrados	GL	Cuadrado medio	F. C.	Interpretación del P-valor
<b>Bloques</b>	31,949	2	15,975	1,452	0,280 <b>N.S.</b>
<b>Tratamientos</b>	363,689	5	72,738	6,611	0,006 <b>**</b>
<b>Error experimental</b>	110,029	10	11,003		
<b>Total</b>	505,667	17			
$R^2 = 78,2\%$ C.V. = 13,82% Promedio = 24,0					

NS. No significativo  
**\*\***Significativo al 99%



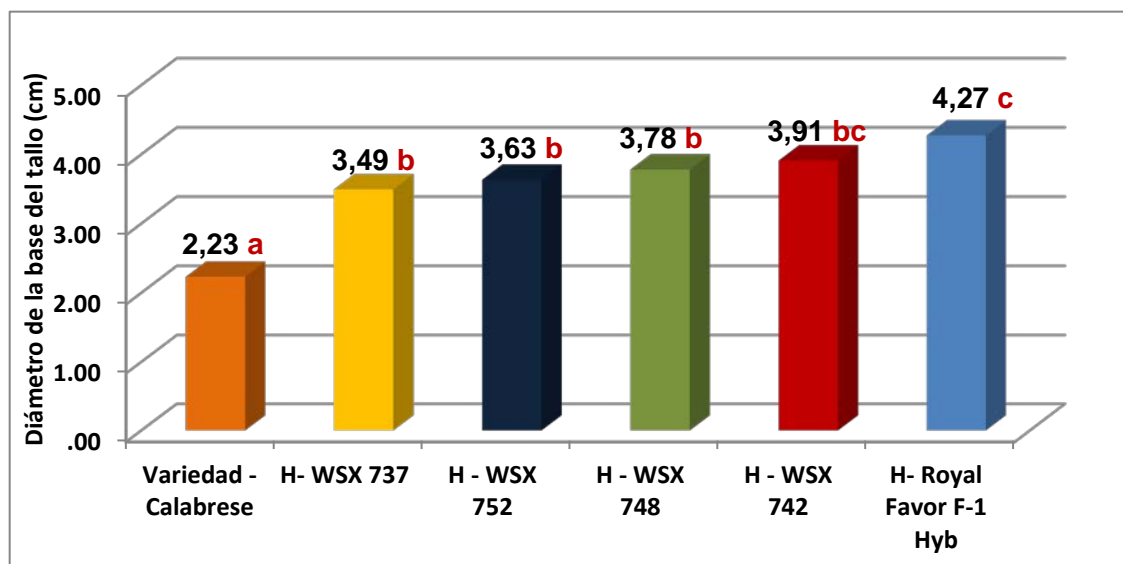
**Gráfico 3: Prueba múltiple de Duncan ( $\alpha = 0.05$ ) para los promedios de tratamientos respecto al diámetro de la inflorescencia.**

#### 5.4. Del diámetro de la base del tallo

**Cuadro 8: Análisis de varianza para el diámetro de la base del tallo (cm).**

Fuente de variabilidad	Suma de cuadrados	GL	Cuadrado medio	F. C.	Interpretación del P-valor
<b>Bloques</b>	0,318	2	0,159	2,764	0,111 N.S.
<b>Tratamientos</b>	7,375	5	1,475	25,617	0,000 **
<b>Error experimental</b>	0,576	10	0,058		
<b>Total</b>	8,269	17			
$R^2 = 93,0\%$ C.V. = 5,6% Promedio = 4,3					

NS. No significativo  
 \*\*Significativo al 99%



**Gráfico 4: Prueba múltiple de Duncan ( $\alpha = 0,05$ ) para los promedios de tratamientos respecto al diámetro de la base del tallo.**

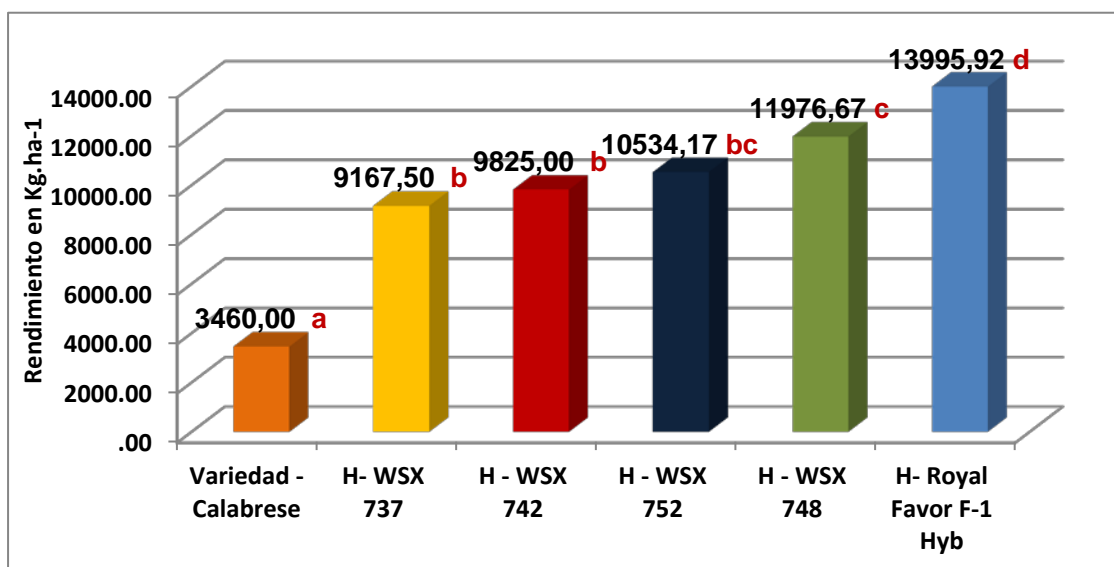
## 5.5. Del rendimiento en kg.ha<sup>-1</sup>

**Cuadro 9: Análisis de varianza para el rendimiento en kg.ha<sup>-1</sup>.**

Fuente de variabilidad	Suma de cuadrados	GL	Cuadrado medio	F. C.	Interpretación del P-valor
<b>Bloques</b>	6632398,271	2	3316199,135	3,276	0,081 <b>N.S.</b>
<b>Tratamientos</b>	1,904E8	5	3,808E7	37,620	0,000 <b>**</b>
<b>Error experimental</b>	1,012E7	10	1012360,010		
<b>Total</b>	2,072E8	17			
R <sup>2</sup> = 95,1% C.V. = 2,7% Promedio = 11791,9					

NS. No significativo

\*\*Significativo al 99%



**Gráfico 5: Prueba múltiple de Duncan ( $\alpha = 0,05$ ) para los promedios de tratamientos respecto a rendimiento en kg.ha<sup>-1</sup>.**

## 5.6 Del análisis económico

**Cuadro 10: Análisis económico de los tratamientos estudiados**

Trats	Rdto (kg.ha <sup>-1</sup> )	Costo de producc. (S/.)	Precio de venta x kg (S/.)	Beneficio bruto (S/.)	Beneficio neto (S/.)	B/C	Rentabilidad ad (%)
T0 (V - Calabrese)	3 460,00	5 369,98	0,60	2 076,00	-3293,98	-0,61	-61,34
T1 (H - Royal Favor F-1 HyB)	13 995,92	5 812,49	0,60	8 397,55	2 585,06	0,44	44,47
T2 (H - WSX 737)	9 167,50	5 609,70	0,60	5 500,50	-109,20	-0,02	-1,95
T3 (H - WSX 742)	9 825,00	5 637,31	0,60	5 895,00	257,69	0,05	4,57
T4 (H - WSX 748)	11 976,67	5 727,68	0,60	7 186,00	1 458,32	0,25	25,46
T5 (H - WSX 752)	10 534,17	5 667,1	0,60	6320.50	653.40	0.12	11.53

## VI. DISCUSIONES

### 6.1 De la altura de planta

El análisis de varianza para la altura de planta (cuadro 5), presentó diferencias altamente significativas al 99% entre los tratamientos y cuya interpretación es que al menos uno de los tratamientos es distinto a los demás. El Coeficiente de Determinación ( $R^2$ ) con un valor de 87,5% explica muy bien el efecto que han tenido los tratamientos estudiados sobre la altura de planta, entendiéndose este primer resultado como que la adaptabilidad a las condiciones edafoclimáticas han influenciado fuertemente sobre la altura de planta, por otro lado, el coeficiente de variabilidad (CV) de 10,94%, se encuentra dentro del rango aceptado para estudios en terreno definitivo, indicado por Calzada (1982).

La prueba múltiple de significación de Duncan con un nivel de confianza de 5% (Gráfico 1) para los promedios de los tratamientos ordenados de menor a mayor, corrobora el resultado del análisis de varianza (cuadro 5) y donde se puede observar diferencias significativas entre todos los promedios de los tratamientos, siendo el tratamiento T0 (Variedad Calabrese) el que obtuvo el mayor promedio de altura con 49,8 cm y el cual superó estadísticamente a los demás tratamientos, seguido de los tratamientos T3 (H-WSX 742), T2 (H-WSX 737), T5 (H-WSX 752), T4 (H-WSX 748) y T1 (H-Royal Favor F-1 Hyb) quienes alcanzaron promedios de 34,73 cm, 33,03 cm, 32,17 cm, 25,27 cm y 23,7 cm de altura de planta respectivamente.



La mayor altura de planta obtenida en la variedad Calabrese, estuvo relacionado por su carácter adaptativo (Vargas *et al.*, 1999; Wilmer *et al.*, 2000), que tiene dicha variedad frente a las condiciones ecológicas del lugar donde se realizó la presente investigación y sobre todo aprovechó al máximo las potencialidades que brinda el entorno (Barros *et al.*, 1997; Hegazy y El Amry, 1998; Thurman y Martin, 2000) y capitalizó adecuadamente sus recursos, en función con la disponibilidad de agua, luz y nutrientes y de esta manera logró maximizar su crecimiento (Martin *et al.*, 1999; Lövenstein *et al.*, 1992 y Carvajal, 1984).

Así mismo, los resultados obtenidos en la altura de planta fueron similares, a lo reportado por Ubillus, *et al.*, (1996), quienes evaluaron 10 cultivares de brócoli entre los meses de Mayo a Octubre en la EE-Donoso - Huaral, donde obtuvieron plantas con una altura de hasta 60 cm. Andrade (2007), encontró que la máxima altura obtenida por un híbrido en la localidad de Espoch - Ecuador fue de 45,66 cm a los 60 días del trasplante. Así también, Arteaga (2011), evaluó 12 híbridos en la provincia de Chimborazo, Ecuador, y obtuvo que la máxima altura obtenida por el híbrido GSOHB1 fue de 42,71 cm, a los 42 días después de trasplantado. Se observa que según las referencias reportadas, que existe similitud de resultados con la variable evaluada en el presente trabajo de investigación, debido principalmente porque se cultivan en zonas tropicales y se argumenta que dependió del nivel de irradiancia solar a la que fueron sometidas las plantas del cultivo de brócoli (Ferreira y Abreu, 2001; Maddonni *et al.*, 2001, así como de las condiciones edáficas (Laboratorio de Suelos de la FCA-UNSM-T, 2013), las mismas que definieron

el crecimiento y la distribución de asimilados (Collino *et al.*, 2001; Ferreira y Abreu, 2001; Maddonni *et al.*, 2001).

## **6.2. Del peso de la inflorescencia**

El análisis de varianza para el peso de la inflorescencia expresado en gramos (cuadro 6), no detectó diferencia significativa para la fuente de variabilidad bloques, pero si diferencias altamente significativas al 99% para la fuente de variabilidad tratamientos, la cual nos indica que al menos uno de los tratamientos es distinto a los demás. El Coeficiente de Determinación ( $R^2$ ) con un valor de 95,1% explica muy bien el efecto que han tenido los tratamientos estudiados sobre el peso de la inflorescencia, entendiéndose este primer resultado que las condiciones edafoclimáticas han influenciado fuertemente sobre el peso de la inflorescencia, por otro lado, el coeficiente de variabilidad (CV) de 8,53%, se encuentra dentro del rango aceptado para estudios en terreno definitivo, indicado por Calzada (1982).

La prueba múltiple de significación de Duncan con un nivel de confianza de 5% (Gráfico 2) para los promedios de los tratamientos ordenados de menor a mayor, corrobora el resultado del análisis de varianza (cuadro 6) y donde se puede observar diferencias significativas entre los promedios de los tratamientos, siendo el tratamiento T1 (H-Royal Favor F-1 Hyb) obtuvo el mayor valor promedio de peso de la inflorescencia con 559,83 gramos superando estadísticamente a los demás tratamientos, seguido de los tratamientos T4 (H-WSX 748), T5 (H-WSX 752), T3 (H-WSX 742), T2 (H-WSX 737) y el T0 (Variedad Calabrese) quienes alcanzaron promedios de 479,07

gramos; 421,37 gramos; 393,00 gramos, 366,70 gramos y 138,40 gramos de peso de la inflorescencia respectivamente.

Todos los híbridos estudiados en esta primera etapa de adaptabilidad o de aclimatación, mostraron mayor peso de inflorescencia, debido a la inherencia de las condiciones edafoclimáticas (Laboratorio de Suelos de la FCA-UNSM-T, 2013 y SENAMHI, 2013) que fortaleció la vigorosidad genética que sincronizó en una mayor performance fotosintética y adecuada distribución de asimilados (Collino *et al.*, 2001; Ferreira y Abreu, 2001; Maddonni *et al.*, 2001) explicándonos de esta manera su mayor producción que la variedad Calabrese.

### **6.3. Del diámetro de la inflorescencia**

El análisis de varianza para el diámetro de la inflorescencia expresado en centímetros (cuadro 7), no detecto diferencia significativa para la fuente de variabilidad bloques, pero si diferencias altamente significativas al 99% para la fuente de variabilidad tratamientos y la cual nos indica que al menos uno de los tratamientos es distinto a los demás. El Coeficiente de Determinación ( $R^2$ ) con un valor de 78,2% explica muy bien el efecto que han tenido los tratamientos estudiados sobre el diámetro de la inflorescencia, por otro lado, el coeficiente de variabilidad (CV) de 13,82%, se encuentra dentro del rango aceptado para estudios en terreno definitivo, indicado por Calzada (1982).

La prueba múltiple de significación de Duncan con un nivel de confianza de 5% (Gráfico 3) para los promedios de los tratamientos ordenados de menor a

mayor, corrobora el resultado del análisis de varianza (cuadro 7) y donde se puede observar diferencias significativas entre los promedios de los tratamientos, siendo estadísticamente iguales entre si los tratamientos T2 (H-WSX 737), T1 (H-Royal Favor F-1 Hyb), T4 (H-WSX 748), T5 (H-WSX 752) y T3 (H-WSX 742) con promedios de 25,16 cm, 22,07 cm, 21,69 cm, 20,62 cm y 20,1 cm de diámetro de la inflorescencia respectivamente y quienes superaron estadísticamente al promedio alcanzado por el T0 ((Variedad Calabrese) quién alcanzó un promedio de 10,67 cm de diámetro de la inflorescencia.

Según la escala de tamaño propuesto por Bustos (2006), éstas se clasifican en: Pellas pequeñas (cuando el diámetro polar comprende entre 5- 10 cm); pellas medianas (Cuando el diámetro polar comprende entre 10- 20 cm); pellas grandes (cuando el diámetro polar de la pella es mayor a 20 cm). Las pellas de todos los híbridos estudiados presentaron valores mayores de 20 cm, las cuales son consideradas de mayor tamaño. Todos los híbridos estudiados, estuvieron en directa relación con las condiciones edafobioclimáticas y se indica que ésta dos condiciones incidieron para un adecuado crecimiento y desarrollo de las raíces que indujo a absorber mayor cantidad de sales minerales del suelo, y por consiguiente a una mayor elaboración de savia elaborada, la cual explica porque razón obtuvieron mayor diámetro los híbridos evaluados (Collino *et al.*, 2001).

Según la escala de tamaño indicado por Bustos (2006), la variedad Calabrese, se encuentra en una escala catalogada como mediana, parece que es una característica intrínseca propia de la variedad y de climas fríos.

#### **6.4. Del diámetro de la base del tallo**

El análisis de varianza para el diámetro de la base del tallo expresado en centímetros (cuadro 8), no detectó diferencia significativa para la fuente de variabilidad bloques, pero sí diferencias altamente significativas al 99% para la fuente de variabilidad tratamientos y la cual nos indica que al menos uno de los tratamientos es distinto a los demás. El Coeficiente de Determinación ( $R^2$ ) con un valor de 93,0% explica muy bien el efecto que han tenido los tratamientos estudiados sobre el diámetro de la base del tallo del cultivo de brócoli, por otro lado, el coeficiente de variabilidad (CV) de 5,6%, se encuentra dentro del rango aceptado para estudios en terreno definitivo, indicado por Calzada (1982).

La prueba múltiple de significación de Duncan con un nivel de confianza de 5% (Gráfico 4) para los promedios de los tratamientos ordenados de menor a mayor, corrobora el resultado del análisis de varianza (cuadro 8) y donde se puede observar diferencias significativas entre los promedios de los tratamientos, siendo estadísticamente iguales entre sí los tratamientos T1 (H-Royal Favor F-1 Hyb) y T3 (H-WSX 742) quienes alcanzaron promedios de 4,27 cm y 3,91 cm de diámetro de la base del tallo respectivamente. Al mismo tiempo, el T1 (H-Royal Favor F-1 Hyb) superó estadísticamente a los promedios alcanzados por los tratamientos T4 (H-WSX 748), T5 (H-WSX

752), T2 (H-WSX 737) y T0 (Variedad Calabrese) quienes obtuvieron promedios de 3,78 cm, 3,63 cm, 3,49 cm y 2,23 cm de diámetro de la base del tallo de la inflorescencia del cultivo de brócoli respectivamente.

Corea *et al.*, (2007), en la variable grosor del tallo, registró que después de realizar un ANDEVA al 95% de confianza para el factor variedad, demuestran que las variedades presentan diferencias significativas. Describe el comportamiento desde los 27 días después del trasplante (ddt) señalando que la variedad Green Calabrese tuvo los promedios de grosor del tallo más delgados 2,02 cm. valor muy similar a que se obtuvo en la presente investigación con 2,23 cm y en comparación con el cultivar Pirata 2,8 cm con un coeficiente de variación de 13,34% y una probabilidad menor a 0,0005. Similar resultado se registró a los 35 ddt con promedios del grosor del tallo en Green de 2,35 cm. y 3,10 cm. para Pirata con coeficiente de variación de 11.50% y una probabilidad de 0,002. A los 42 ddt a los 49 ddt encontramos promedios en Green de 2,5 cm; 2,6 cm y Pirata con 3,45 cm; 3,60 cm, un coeficiente de variación de 10,5% y 9,35%, con una probabilidad menor 99 % para ambos cultivares y para cada fecha respectiva. A los 54 ddt los resultados siguieron el mismo comportamiento, la variedad Green Calabrese 2,90 cm y para Pirata 3,90 cm con un coeficiente de variación de 36,03% con una probabilidad menor 0,0360. A los 61 ddt se muestran promedios para Green de 3,10 cm m y de 4,05 cm en Pirata, el coeficiente de variación de 12,46 % y una probabilidad de 0,0014.

### 6.5. Del rendimiento en $\text{kg.ha}^{-1}$

El análisis de varianza para el rendimiento en  $\text{kg.ha}^{-1}$  (cuadro 9), no detecto diferencia significativa para la fuente de variabilidad bloques, pero si diferencias altamente significativas al 99% para la fuente de variabilidad tratamientos y la cual nos indica que al menos uno de los tratamientos es distinto a los demás. El Coeficiente de Determinación ( $R^2$ ) con un valor de 95.1% explica muy bien el efecto que han tenido los tratamientos estudiados sobre el rendimiento en  $\text{kg.ha}^{-1}$  del cultivo de brócoli, es decir que las condiciones del clima y suelo han influenciado fuertemente sobre el rendimiento del cultivo, por otro lado, el coeficiente de variabilidad (CV) de 2,7%, se encuentra dentro del rango aceptado para estudios en terreno definitivo, indicado por Calzada (1982).

La prueba múltiple de significación de Duncan con un nivel de confianza de 5% (Gráfico 5) para los promedios de los tratamientos ordenados de menor a mayor, corrobora el resultado del análisis de varianza (cuadro 9) y donde se puede observar diferencias significativas entre los promedios de los tratamientos, siendo el tratamientos T1 (H-Royal Favor F-1 Hyb) el que alcanzo el promedio más alto con  $13,995.92 \text{ kg.ha}^{-1}$  superando estadísticamente a los promedios alcanzados por los tratamientos T4 (H-WSX 748), T5 (H-WSX 752), T3 (H-WSX 742), T2 (H-WSX 737) y T0 ((Variedad Calabrese) quienes obtuvieron promedios de  $11,995.67 \text{ kg.ha}^{-1}$ ,  $10,534.17 \text{ kg.ha}^{-1}$ ,  $9,825.0 \text{ kg.ha}^{-1}$ ,  $9,167.5 \text{ kg.ha}^{-1}$  y  $3,460.0 \text{ kg.ha}^{-1}$  de rendimiento respectivamente.



El brócoli se desarrolla bien en cualquier tipo de suelo, prefiriendo los francos – arenosos, con un buen contenido de materia orgánica; con un pH, ligeramente tolerante a la acidez, siendo su rango de 6,0 – 6,8, Tal como indican Richards, (1954), Maas, (1984), y estas características indicadas, fueron semejantes a los reportados en el presente análisis de suelo (Laboratorio de Suelos de la FCA-UNSM-T, 2013).

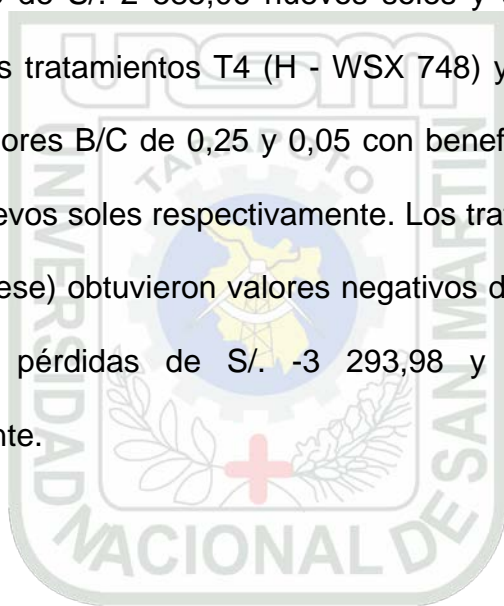
La variabilidad de los rendimientos obtenidos de todos los híbridos estudiados y en especial del híbrido Royal Favor F-1 Hyb, que obtuvo el mayor rendimiento con 13 995,92 Kg/ha<sup>-1</sup>, estuvo relacionado con las condiciones imperantes de la zona de vida estudiada, la cual es catalogada como bosque seco tropical (bs-T) (Holdridge, 1970), con un piso altitudinal, ubicado a los 830 m.s.n.m.m, y aunado a las condiciones físico químico del análisis del suelo adecuadas para el cultivo (Richards, 1954), fueron determinantes para producir adecuadamente la performance fotosintética y de esta manera se incrementó la eficiencia fotoquímica, y por consiguiente el rendimiento, concluyéndose, que el fenotipo de cada híbrido estudiado, fue controlado por su genotipo en interacción con el ambiente.

#### **6.6. Del análisis económico**

En el cuadro 10 se presenta el análisis económico de los tratamientos, este cuadro fue construido sobre la base del costo de producción, el rendimiento y el precio actual en el mercado local calculado en S/ 0,60 nuevos soles por kilogramo de brócoli comercializados al por mayor.



El rendimiento obtenido por tratamiento muestra que los tratamientos en estudio variaron desde 3 460,0 kg.ha<sup>-1</sup> para el T0 (variedad Calabrese) hasta 13 995,52 kg.ha<sup>-1</sup> para el T1 (H - Royal Favor F-1 Hyb) y es este tratamiento en que alcanzó el mayor y menor relación Beneficio / costo con 0,44 con un beneficio neto de S/. 2 585,06 nuevos soles y una rentabilidad de 44,17%, seguido de los tratamientos T4 (H - WSX 748) y T3 (H - WSX 742) quienes obtuvieron valores B/C de 0,25 y 0,05 con beneficios netos de S/ 1 458,32 y S/. 257,69 nuevos soles respectivamente. Los tratamientos T2 (H-WSX 737) y T0 (V-Calabrese) obtuvieron valores negativos de Beneficio/Costo con -0,02 y -0,61 con pérdidas de S/. -3 293,98 y S/. -109,20 nuevos soles respectivamente.

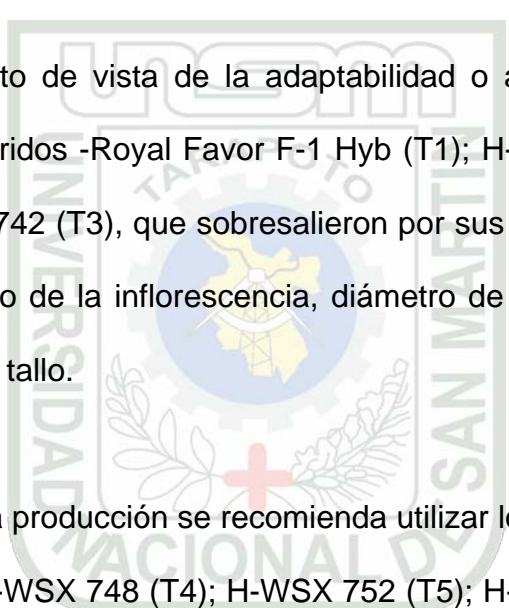


## VII. CONCLUSIONES

- 7.1.** Los híbridos de brócoli que tuvieron mejor aclimatación o adaptabilidad a las condiciones del distrito de Lamas fueron: H-Royal Favor F-1 Hyb (T1); H-WSX 748 (T4); H-WSX 752 (T5); H-WSX 742 (T3), que sobresalieron por sus características agronómicas en altura, peso de la inflorescencia, diámetro de la inflorescencia y diámetro de la base del tallo.
- 7.2.** Los híbridos que obtuvieron mayor rendimiento por hectárea fueron: H-Royal Favor F-1 Hyb (T1); H-WSX 748 (T4); H-WSX 752 (T5); H-WSX 742 (T3) con 13 995,92 kg; 11 976,67 kg; 10534,17 kg; 9 825,00 kg., respectivamente.
- 7.3.** En el análisis económico, el híbrido Royal Favor F-1 HyB (T1), presentó mayor beneficio neto con 2 585,06 Nuevos Soles, así mismo sobresalieron los híbridos: H-WSX 748 (T4); H-WSX 752 (T5); H-WSX 742 (T3) con sus beneficios económicos positivos con 1 458,32; 653,40 y 257,69 Nuevos Soles. Mientras, que el H-WSX 737 y la variedad Calebrese obtuvieron los menores beneficios netos con -109,20 y -61,34 Nuevos Soles, respectivamente.
- 7.4** El color verde petróleo es un indicador necesario en el mercado, para lo cual se sugiere realizar investigaciones en variedades o híbridos que presenten esta matización en el cultivo del brócoli.

## VIII. RECOMENDACIONES

Sobre la base de las condiciones edafoclimáticas y los resultados obtenidos, proponemos las siguientes recomendaciones:

- 
- 8.1.** Desde el punto de vista de la adaptabilidad o aclimatación se recomienda utilizar los híbridos -Royal Favor F-1 Hyb (T1); H-WSX 748 (T4); H-WSX 752 (T5); H-WSX 742 (T3), que sobresalieron por sus características agronómicas en altura, peso de la inflorescencia, diámetro de la inflorescencia y diámetro de la base del tallo.
- 8.2.** En cuanto a la producción se recomienda utilizar los híbridos H-Royal Favor F-1 Hyb (T1); H-WSX 748 (T4); H-WSX 752 (T5); H-WSX 742 (T3), debido a los mayores rendimientos obtenidos por hectárea con 13 995,92 kg; 11 976,67 kg; 10534,17 kg; 9 825,00 kg., respectivamente.
- 8.3** Desde el punto de vista económico, se recomienda usar los híbridos Royal Favor F-1 Hyb (T1); H-WSX 748 (T4); H-WSX 752 (T5); H-WSX 742 (T3), con rendimientos netos de 2 585,06; 1 458,32; 653,40 y 257,69 Nuevos Soles.
- 8.4** Se recomienda continuar con investigaciones de aclimatación o adaptabilidad de los nuevos híbridos Royal Favor F-1 Hyb (T1); H-WSX 748 (T4); H-WSX 752 (T5); H-WSX 742 (T3), por su buena adaptabilidad a las condiciones del distrito de Lamas.

- 8.5** Realizar estudios con dosis de fertilizantes orgánicos a los híbridos estudiados.
- 8.6** Se recomienda trabajar con otras variables, como por ejemplo número de hojas, número de hijuelo o brotes, aparición de la inflorescencia, días de inicio a la cosecha, precocidad (Fuente: Arteaga, 2011), incidencia de enfermedades (Fuente: Arteaga, 2011), grado de compactación (Fuente: Arteaga, 2011), granulometría Fuente: Arteaga, 2011, color de la pella o inflorescencia (Fuente: Arteaga, 2011), forma de la pella (Fuente: Arteaga, 2011), porcentaje de pellas manchadas. Todas estas variables deben ser incorporadas en la investigación del cultivo de brócoli, con la finalidad de tener una mayor interpretación del rendimiento a obtenerse.

## IX. BIBLIOGRAFÍA

1. Andrade. J. 2007. Evaluación bioagronómica de nueve híbridos de broccoli (*Brassica oleracea* Var. Itálica), en dos localidades. Págs 90-109.
2. Abadie, T and Ceretta, S. 1997. Exploring crop adaptation through the study of multi.environment trials (METS). In: Third South American PATS Congress. Rebuffo, M., and T. Abadie eds. INIA, The Quaker Oats Company. INIA La Estanzuela, Noviembre 1997. Pp. 35-40.
3. Apaclla, N. R. 2005. Necesidades de agua y evaluación de los sistemas de riego intermitente y continuo en el cultivo de brócoli; Tesis para optar el título de Ing. Agrónomo, Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima. PP. 90.
4. Arteaga, N. M. O. 2011. Aclimatación de 12 híbridos de brócoli (*Brassica oleracea*, L, Var. Italica) en el Cantón Riobamba Provincia de Chimborazo. Tesis Ing. Agron. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Recursos Naturales. Escuela de Ingeniería Agronómica. Riobamba, Ecuador. Págs. 119.
5. Barros, R. S.; Wallace, J, S.; Da Matta, F.M.; Maestri, M. 1997. Decline of vegetative growth in *Coffea arabica* L. In relation to leaf temperature, water potential and stomatal conductance, 54:65-72.
6. Bernal, M. 2004. Abuso de fertilizantes deteriora los suelos agrícolas. [Artículo en línea]. Disponible en: [www.sica.gov.ec/agronegocios/productos%20para%20invertir/hortalizas/brocoli/corpei.pdf](http://www.sica.gov.ec/agronegocios/productos%20para%20invertir/hortalizas/brocoli/corpei.pdf).
7. Bolaños, H. A. 2001. Introducción a la Olericultura; Editorial Carlós Zamora-Madrid. Pp 258.

8. Bustos, M. 2006. Tecnología apropiada de producción. Quito, Ecuador. Gráficas Ulloa 179-183 Págs.
9. Calzada, B. 1982. Métodos Estadísticos para la Investigación. Editorial Milagros S.A. Lima-Perú. 644 Págs.
10. Carvajal, 1984. Cafeto: Cultivo y Fertilización. 2da Edic. Instituto Internacional de la Potasa. Bern. 254 p.
11. Catacora P. E. 1995. Cultivo De Brócoli. Estación experimental Donoso CICH-KM- Huaral. Programa Nacional de investigación en hortalizas- INIA; Manual técnico, Huaral-.Perú. PP 06.
12. Ceretta, S., Abadie, T., Ozerami, H., and Arbelbide, 1998. El uso de redes de experimentos para estudiar la adaptación de los cultivos. In Actas da la VII Reuniòn de la coordinación de la investigación algodonera en el cono sur. De. Belot, Jean Louis ed. Universidad de la República, Facultad de Agronomía, CIRAD, Paysandú. Setiembre 1998. Pp 9-13.
13. Collino, D.J; Dardaleni, J.L; Sereno, R; Racca, R.W. 2001. Physiological responses of argentine peanut varieties to water stress. Light interception, radiation use efficiency and partioning of assimilates. Field Crops Research, 70(3):177-184.
14. Corea S.; G.A., Miranda A.; E. M. y Cerda C.; K. J. 2007. Evaluación de dos variedades de brócoli (Pirata y Green F. sprouting calabrense) y tres dosis de fertilización (18-46-0) en la Comarca Mombachito, Camoapa, Boaco. UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA SEDE-CAMOAPA. 28 p.
15. CORPEI. 2006.  
<http://www.sica.Gov.ec/agronegocios/productos%20invertir/hortalizas/brocoli/corpei.pdf>.

16. Delgado De La Flor, F. *et.al.*, 2002. Cultivares Hortícolas - Datos Básicos UNALM. Programa de Investigación En Hortalizas. CONCYTEC. Lima-Perú. PP.200.
17. Fox, P. N., Crossa, J. and Romagosa, Y. 1997. Multi-environment testing and genotype x environment interaction. In Statistical Methods for plant variety evaluation. R. A Kempton, and P. N. Fox (eds). London Chapman & Hall. Pp. 117-138.
18. Ferreira, A. M; Abreu, F. G. 2001. Description of development, light interception and growth of sunflower at two sowing dates and two densities. Mathematics and Computers in simulation, 56:369-384.
19. Futuyma, D. J. 1997. Evolutionary Biology. 763 págs. Sinauer Associates Inc. ISBN: 0-87893-189-9.
20. García. A.; Sánchez, J. 2004. Validación de dos variedades y un híbrido de brócoli (*Brassica Oleracea*, Vr. Italica) en la época de riego en la comunidad Almaciguera-Estelí, Camoapa, Nicaragua, p 20-26.
21. Gil, M. A. 2000. Pre elaboración y conservación de alimentos, edición AKAI S.A – Madrid. PP45.
22. Giaconi, V. Y. Escaffg, M. 2004. Cultivo de hortalizas; editorial universitaria-chile. PP133.
23. Haro, Y. Maldonado, L. 2009. “Guía técnica para el cultivo de Brócoli”. Editorial Freire, Riobamba - Ecuador. 11, 13, 15, 16,17 PP.
24. Hernán, P. R. 2001. Cultivo De Brócoli; Edición Carlos Alberto Herrera - Colombia.
25. Hidalgo, L. 2006. El cultivo de brócoli.

26. Hopkins, J. *et al.*, 2007. Universidad de Baltimore - Escuela de Medicina "Manual de nutrición con vegetales del género de las crucíferas" Edición MD, USA.
27. Holdridge, L. 1970. Zonas de vida.
28. Hegazy, A. K., and M. I. El Amry. 1998. Leaf temperature of desert sand dune plants: perspectives on the adaptability of leaf morphology. *African Journal of Ecology* 36: 34–43.
29. Infoagro. 2011. El cultivo del Brócoli. En <http://www.infoagro.com/hortalizas/broculi.htm>.
30. Klasman, R. 2011. Floricultura 34. Aclimatación de plantas de interior. <http://floricultura34.blogspot.com/2011/09/aclimatacion-de-plantas-de-interior.html>.
31. Krarup, CH. 1992. Seminario sobre la producción de brócoli. Quito (Ecuador), PROEXANT. pág. 25
32. Laboratorio de Suelos de la Facultad de Ciencias Agrarias (FCA) de la Universidad Nacional de San Martín-Tarapoto. 2013. Análisis físico químico del suelo. Tarapoto-Perú.
33. Lövenstein, H.; E. A. Lantinga, R. Rabbinge; H. Van Keulen. 1992. Principles of teoretical production ecology. Course Book. Wageningen Agricultural University. Department of Theoretical Production Ecology, 180 pp.
34. Maddonni, G.A; Otegui, M.E; Cirilo, A.G. 2001: Plant population density, row spacing and hibrid effects on maize canopy architecture and light attenuation. *Field Crops Research*, 71:183-193.
35. Managua. 2007. Guía práctica para exportación brócoli – instituto interamericano de corporación para la agricultura- IICA Nicaragua.



36. Manual Agropecuario. 2004. Tecnologías Orgánicas de la Granja Integral Autosuficiente. Hortalizas. Cultivo de Brecol. pág 685. Bogotá – Colombia.
37. Martin, T. A., Hinckley, T. M., Meinzer F. C., Sprugel D. G. 1999. Boundary layer conductance, leaf temperature and transpiration of *Abies amabilis* branches. *Tree Physiol.*, 19: 435-443.
38. Maroto, J. 2002. Horticultura herbácea especial 5ta edición. Ed. Mundi – prensa. Madrid.
39. Martínez, A. 2003. Pos cosecha y mercadeo de hortalizas de clima frio bajo prácticas de producción sostenible - tercera edición-Editorial Cabrera-Colombia – Bogotá. PP 30.
40. Maas, E.V. 1984. Salt tolerance of plants. In B.R. Christie (ed.) Handbook of plant science in agriculture. CRC Press, Boca Raton, FL.
41. Medina et al., 2006. Implantación de un Programa de Buenas Prácticas Agrícolas para el Mejoramiento de la Calidad e Inocuidad del Brócoli en Ecuador, Quito-Ecuador, PP 10-16.
42. Oleas, M. 2002. Análisis de competitividad de la competitividad de la cadena agropecuaria del brócoli: brócoli fresco/brócoli congelado. Obtenido de:  
[http://www.sica.gob.ec/agronegocios/productos%consultado:](http://www.sica.gob.ec/agronegocios/productos%consultado)  
2010/04/04.
43. Ortega, A. O. 1999. Evaluación de Selección de cultivares de brócoli. Estación Experimental Donoso CICH-KM- Huaral. Programa Nacional de Investigación en Hortalizas- INIA. Informe Anual, Lima PERU. Pp. 07.

44. Richards, L. A. 1954. Diagnosis and Improvement of Saline and Alkali Soils. Handbook N°. 60, U.S.D.A. U.S.A. en Valadez, L.A (1998), Producción de Hortalizas, México. Editorial. LIMUSA, S.A. de CV. p 47.
45. Saborío, M. M. 2004. Atlas agropecuario de hortalizas, Tercera Edición – Editorial San José de Costa Rica. PP.411.
46. Sakata. 2011. Manejo de Brócoli. En <http://www.sakata.com.mx/paginas/paquetes.htm>.
47. Secaira. 2000. Labores culturales de Brassicaceae. Quito, Ecuador. Primer seminario Internacional de Brassicaceae. Fundación Ecuatoriana de tecnología Apropriada (FEDETA) PP. 70.
48. Servicio Nacional de Meteorología y Climatología (SENAMHI). 2013. Datos meteorológicos de temperature media mensual (T °C), Precipitación total mensual (mm) y Humedad relativa (%) de los meses de enero-abril de 2013. Dirección Regional-Tarapoto, Perú.
49. Thurman, C. M.; Martin, C. E. 2000. Growth, leaf temperatures, and leaf conductances of C3 forbs and C4 grasses in a tallgrass prairie in northeastern Kansas, USA. *Flora*, 195(1):25-34.
50. Traxco.es. 2011. El cultivo del Brócoli. En <http://www.traxco.es/pages/posts/cultivo-de-brocoli179.php?p=10>
51. USAID. 2008. Producción de Diversificación Económica Rural. Manual de Producción de Brócoli. La Lima, Cortes, Honduras.
52. Ubillús, B., C. 1996. "Cultivo De Brócoli". Estación experimental Donoso CICH-KM- Huaral. Programa Nacional de investigación en hortalizas- INIA. Informe técnico .Huaral-Perú. Pp.02.

- 53.** Vallejo F, Tomas-Barberan FA, Benavente-Garcia AG, Garcia-Viguera C (2003b) Total and individual glucosinolate contents in inflorescences of eight broccoli cultivars grown under various climatic and fertilisation conditions. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 83, 307-313.
- 54.** Vargas, M. J., Grossa, F. A., va Eeuwijk, M. E. Ramírez and K. Sayre. 1999. Using partial least Squares Regression. Factorial Regression, and AMMI Models for Interpreting Genotype x Environment Interaction. *Crops Sci.* 39: 955-967.
- 55.** Willmer, P.; Graham, S. y Johnston, I. 2000. *Environmental Physiology of Animals*. 644 págs. Blackwell Science. ISBN: 0-632-03517-X.
- 56.** Zohary, D. y Hopf, M. 2000. *Domesticación de plantas en el viejo mundo*, tercera edición. PP. 199.

